

INFLUÊNCIA DO SOLO NA INCIDÊNCIA DE CANCRO EM *Eucalyptus grandis*^{*}

Celso Garcia Auer^{**}
Tasso Leo Krugner^{***}

RESUMO

Neste estudo procurou-se estabelecer relações entre a granulometria e a fertilidade do solo com a incidência de cancos em talhões de *Eucalyptus grandis*. Foram escolhidos sítios em Altinópolis e Moji Guaçu, Estado de São Paulo, onde foram coletadas amostras de solo e quantificada a incidência de cancos, em talhões com 4 anos de idade. As análises físicas e químicas dos solos dos talhões foram comparadas com as respectivas incidências de cancos. O componente argila + silte apresentou correlação inversa e altamente significativa com a incidência da doença. Somente os componentes químicos pH, matéria orgânica, P e K apresentaram correlação altamente significativa com o número total de cancos ($p < 0,01$). A correlação positiva ocorreu somente entre P e a incidência de cancos. A maior incidência da doença em Altinópolis pode ter sido condicionada pelas condições climáticas e pelos baixos teores de argila mais silte e a fertilidade do solo, que, induzindo estresse fisiológico, predispueram as árvores à doença.

PALAVRAS-CHAVE: doença, eucalipto, fertilidade do solo, granulometria do solo.

INFLUENCE OF THE SOIL ON THE INCIDENCE OF *Eucalyptus grandis* CANCERS

ABSTRACT

The relationship between soil fertility and texture and canker incidence on *Eucalyptus grandis* stands located on Altinópolis and Moji Guaçu, State of São Paulo, was investigated. Samples of soil were collected and canker incidence assessed in 4 year old plantations. The physical and chemical analysis of soils were related to the respective canker incidences. Clay plus silt were negatively correlated with disease ($p < 0.01$). Among chemical components, pH, organic matter, P and K were correlated with total number of cankers. Positive correlation was only observed for P and disease incidence. High incidence of cankers in Altinópolis could be explained by several aspects, as climate, low content of clay plus silt and the local soil fertility, which could have induced physiological stress and predisposed trees to disease.

KEY-WORDS: disease, eucalypt, soil fertility, soil texture.

* Parte da tese apresentada pelo primeiro autor à ESALQ/USP, para obtenção do título de doutor em Agronomia: Fitopatologia.

** Eng. Florestal, Doutor, CREA n° 136829/D, Pesquisador da *Embrapa* - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

*** Eng. Agrônomo, Doutor, Professor Associado do Departamento de Fitopatologia, ESALQ/USP.

1. INTRODUÇÃO

O cancro do eucalipto causado por *Cryphonectria cubensis* (Bruner) Hodges é uma das principais doenças que afetam *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Perdas na produtividade e qualidade da madeira são verificados nos talhões atacados (FERREIRA, 1989). Outro patógeno, *Valsa ceratosperma* (Tode: Fr.) Maire, embora demonstrando baixa patogenicidade, também foi associado aos cancrios em eucalipto no Brasil (AUER & KRUGNER, 1993; AUER & KRUGNER, 1994).

É reconhecida a importância da ação do ambiente sobre doenças de plantas, mas no caso do cancro de *Cryphonectria*, poucas são as informações existentes. Temperaturas médias anuais superiores a 23°C e precipitação anual próxima ou acima de 1200 mm são condições favoráveis à sua ocorrência (HODGES et al., 1976). Estes autores, estudando a incidência natural de cancrios em ensaio de adubação com *E. saligna* Sm. não constataram diferença significativa entre tratamentos e a intensidade da doença. Os autores sugeriram não existir relação entre fertilidade do solo e incidência de cancrios e, sim, com a suscetibilidade do hospedeiro e condições climáticas presentes. Sabe-se, no entanto, que o estado nutricional da planta pode aumentar ou diminuir a resistência contra pragas e doenças (MARSCHNER, 1986). Além dos fatores climáticos, fatores edáficos e topográficos também foram apontados como condicionadores da ocorrência do cancro do eucalipto (SHARMA et al., 1985).

Cada doença e a correspondente qualidade do sítio devem ser consideradas individualmente, quando do estudo entre nutrição e doença (HUBER, 1980). Segundo o autor, informações generalizadas acerca dos efeitos de nutrientes sobre a suscetibilidade ou resistência à doença devem ser verificadas quanto à sua validade para o patossistema que se está trabalhando.

Estudos com alguns patossistemas arbóreos revelaram que as características físicas e químicas dos solos podem favorecer a ocorrência de cancrios. Segundo APPEL & STIPES (1984), solos excessivamente argilosos ou arenosos provocam distúrbios fisiológicos e predispõem as árvores à ação de patógenos causadores de cancrios. A incidência de cancrios em *Prunus* foi relacionada com solos contendo elevado teor de argila e/ou que forneciam potássio inadequadamente à planta (BERTRAND et al., 1976). O estresse fisiológico induzido por fatores ambientais adversos (dentre estes os predisponentes ao estresse hídrico) ao desenvolvimento de espécies arbóreas pode explicar a ocorrência de cancrios (SCHOENEWEISS, 1981). É possível que algum tipo de relação similar possa ser estabelecido para o cancro do eucalipto.

O conhecimento dos fatores ambientais serve para o estabelecimento do grau de risco para a ocorrência de doenças, em sítios florestais. A determinação do grau de risco pode ser baseada nas características físicas e químicas do solo do talhão (BAKER et al., 1993). Por esta metodologia, os autores demonstraram que pH e teor de silte do horizonte A do solo foram variáveis importantes para a classificação dos sítios, quanto ao risco de ocorrência de podridão de raízes causada por *Heterobasidion annosum* (Fr.:Fr.) Bref. em *Pinus* spp.

O objetivo deste trabalho foi estabelecer relações entre a granulometria e a fertilidade do solo, em duas localidades distintas, com a ocorrência de cancrios em *E. grandis*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido durante o período de novembro de 1990 a julho de 1991, em talhões de *E. grandis* localizados nos municípios de Altinópolis e Moji Guaçu, no estado de São Paulo. A precipitação anual média é de 1615 e 1328 mm e a temperatura anual média é de 22 e 21,1°C, respectivamente, para Altinópolis e Moji Guaçu. Os solos estudados foram Areia Quartzosa Álica (Altinópolis) e Latossolo Vermelho-Amarelo (Moji Guaçu).

Os talhões foram implantados com mudas formadas a partir de sementes originárias de Área de Produção de Sementes (APS - origem Coff's Harbour), localizada em Moji Guaçu. As mudas foram plantadas em espaçamento de 3 x 2 m e adubação de plantio com cerca de 150 g de NPK, na formulação 10-20-10, por muda. Para o estudo, escolheram-se 3 talhões, com 4 anos de idade, por município. No interior de cada talhão, selecionaram-se 3 linhas de plantio, com 100 árvores cada. Para a análise do solo, coletou-se na linha uma amostra composta, retirada da camada de 0 a 20 cm de profundidade. As análises físicas e químicas dos solos seguiram as metodologias descritas por RAIJ et al. (1987). Em cada linha selecionada, foi quantificado o número de árvores com cancro, de árvores mortas e de falhas de plantio.

A análise estatística foi desenvolvida para verificar as diferenças entre sítios, com relação a incidência da doença. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com os dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$, onde x é a porcentagem de incidência de cancro. Os valores dos coeficientes de correlação foram obtidos a partir da análise entre as variáveis físicas e químicas do solo com as respectivas incidências de cancro nos dois sítios.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os locais estudados apresentaram diferenças marcantes quanto a ocorrência de cancos em árvores de *E. grandis*. A incidência da doença foi significativamente maior em Altinópolis, do que em Moji Guaçu (Tabela 1). Esta variação deve ser atribuída, principalmente, às diferenças no ambiente. Apesar do material plantado não ser um clone, as sementes foram originárias da mesma APS (mesma base genética)

TABELA 1. Frequência de árvores mortas, de falhas de plantio e de árvores vivas com cancro em talhões de *Eucalyptus grandis* com 4 anos de idade em Altinópolis e Moji Guaçu, SP.

Local	Árvores mortas (%)	Falhas de plantio (%)	Árvores vivas com cancro (%)
Altinópolis	8,7a	15,7b	31,7a
Moji Guaçu	3,1b	10,9b	5,2b
CV (%)	15,9	9,1	6,4
p	0,009	0,063	0,001

¹Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$ para análise estatística.

²Valores seguidos pela mesma letra, dentro de colunas, não diferem estatisticamente.

Os fatores ambientais que poderiam explicar a variação da incidência entre os locais são as condições climáticas e as variáveis do solo. As condições climáticas de Altinópolis estão mais próximas das condições consideradas favoráveis à doença, apresentadas por BOERBOOM & MAAS (1970) e HODGES et al. (1976), ou seja, precipitação acima de 1200 mm e a temperatura próxima de 23°C. Por outro lado, a magnitude da diferença da precipitação pluviométrica entre Altinópolis (1615 mm) e Moji Guaçu (1328 mm) não explica totalmente a variação da incidência. Um estudo epidemiológico feito na Índia, por SHARMA et al. (1985), revelou que a variação da incidência de cancrios em *Eucalyptus* spp. pode ser explicada pelas condições climáticas e inclusive outros fatores do local, como altitude e tipo de solo.

Os resultados de análises físicas e químicas dos solos estudados encontram-se nas Tabelas 2 e 3. Dentre as variáveis físicas dos solos, o teor de argila + silte apresentou a maior correlação inversa significativa ($r = -0,86$) com o número total de cancrios, quando comparados com a argila ($r = -0,69$) e silte ($r = -0,72$) separadamente. Estes valores de correlação foram altamente significativos ($p < 0,01$). Solos arenosos (com baixos teores de argila e silte) causam distúrbios no crescimento de árvores jovens de eucalipto, quando da ocorrência de déficit hídrico (CARMO et al., 1990). Em períodos de verão, estes solos promovem o aquecimento excessivo da região do colo da planta, provocando rachaduras na casca da base da árvore (CARMO et al., 1990) que servem como portas de entrada para a penetração de patógenos (FERREIRA, 1989).

TABELA 2. Análise química dos solos¹ nos talhões de *Eucalyptus grandis* estudados.

Local	pH	M.O.	P (resina)	K	Ca	Mg	H + Al	S	T	V
	CaCl ₂	(%)	(µg/cm ³)	Meq./100 cm ³				(%)		
Altinópolis	3,9 ²	1,6	8,9	0,02	0,21	0,08	4,4	0,31	4,74	6,7
Moji Guaçu	4,0	2,2	2,9	0,05	0,43	0,11	5,9	0,58	6,51	9,6

¹Profundidade de amostragem: 0-20 cm.

²Cada valor representa a média de 9 amostras compostas de solo (3 amostras por talhão).

A análise química dos solos estudados revelou que pH, matéria orgânica, P e K apresentaram correlação altamente significativa com o número total de cancrios (Tabela 4). Excetuando-se a variável P, os resultados estão em concordância com os

observados no estudo do patossistema *Hypoxyylon mammatum*-*Populus tremuloides* (BRUCK & MANION, 1975). Os autores encontraram correlações negativas entre teor de argila + silte, P disponível, Ca e o teor de matéria orgânica (altamente significativa) com a incidência de cancrios. Estes fatos poderiam ser explicados pela baixa aptidão agrícola dos solos arenosos (menor disponibilidade de água e de nutrientes para a planta). Deve ser ressaltado, ainda, que o teor de P disponível nos solos de Altinópolis está elevado para as areias quartzosas, plantadas com eucalipto, na região. Uma possível explicação para isto pode estar na prática adotada pelas empresas florestais que aplicam maiores quantidades de fertilizante para compensar a baixa fertilidade do solo, associado com o uso do método analítico para extração do P, o qual retira uma maior quantidade de P solúvel, que os métodos convencionais.

TABELA 3. Análise físicas dos solos¹ nos talhões de *Eucalyptus grandis* estudados.

Local	Areia (%)	Argila (%)	Silte (%)
Altinópolis	96,0 ²	2,0	2,0
Moji Guaçu	72,3	18,4	9,3

¹Profundidade de amostragem: 0-20 cm.

²Cada valor representa a média de 9 amostras compostas de solo (3 amostras por talhão).

TABELA 4. Coeficientes de correlação entre incidência de cancro e as variáveis químicas do solo de talhões de *Eucalyptus grandis*.

Variáveis estudadas									
PH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V
-0,60**	-0,63**	+0,75**	-0,74**	-0,46*	-0,41	-0,51*	-0,51*	-0,57*	0,39

* Significativo ($p < 0,05$).

** Significativo ($p < 0,01$).

A análise química do solo permitiu conhecer a quantidade de nutrientes disponíveis à planta, na solução do solo. Uma vez absorvidos, a planta pode apresentar um estado nutricional tal que permita desenvolver os mecanismos de resistência às doenças (HUBER 1980; MARSCHNER, 1986). Torna-se difícil estabelecer relações entre o teor de nutrientes do solo e ocorrência de doenças, sem que tenha sido feita a análise de tecidos. Por outro lado, a análise de tecidos de plantas para verificar o estado nutricional é fácil com plantas agrícolas de ciclo curto. No caso de florestas, principalmente em árvores adultas, torna-se dispendioso tal trabalho, com resultados contraditórios. Qualquer estabelecimento de relação entre o teor de nutrientes no solo e a incidência de doença estará criando condições de se analisar rapidamente o risco de ocorrência de patologias, em plantios florestais.

O teor de K no solo foi inversamente correlacionado com a incidência de cancro (Tabela 4). Este elemento participa de todas as funções celulares, inclusive induzindo o espessamento da parede celular e a produção de novos tecidos; juntamente com o P induz a formação de tecidos com forte resistência mecânica (HUBER, 1980). O excesso ou baixo teor de K no solo provocam distúrbios fisiológicos e predisposição aos patógenos de cancrios, em espécies arbóreas (BERTRAND et al. 1976; KRSTIC, 1964). No caso do fósforo, a adubação pode

reduzir a incidência de doenças em plântulas e no sistema radicular, mas pode também aumentar a severidade de outras doenças (HUBER, 1980).

A correlação inversa entre o teor de Ca no solo e a incidência de cancro poderia estar revelando a deficiência do elemento nos tecidos da casca e, por conseguinte, a diminuição da resistência da planta à doença. Este elemento atua na divisão celular, formação da parede celular e de pectatos da lamela média, contribuindo para a formação de hastes e caules fortes (HUBER, 1980).

A matéria orgânica também mostrou correlação negativa significativa, tal como foi relatado por BRUCK & MANION (1975). Tal fato seria explicado pela ação da matéria orgânica em fornecer estes e outros elementos minerais necessários à resistência da planta, notadamente os micronutrientes, e pela manutenção do teor de umidade do solo.

A freqüente associação do fungo *Valsa* e sua fase anamórfica *Cytospora* a cancrios em espécies florestais tem indicado a ocorrência de estresse nas árvores (BLOOMBERG, 1962; WESTHUIZEN, 1965; GIBSON, 1975). As regiões, em estudo, têm apresentado a associação de *V. ceratosperma* a cancrios em *E. grandis* (AUER & KRUGNER, 1993), o que permitiria inferir sobre a existência de algum tipo de estresse. Segundo HUBER (1980), plantas severamente estressadas, com relação ao ponto de vista nutricional, podem ser mais vulneráveis às doenças que as plantas com estado nutricional ótimo.

Dentre as variáveis físicas e químicas do solo estudados que mais se relacionaram com a doença, destacaram-se o teor de silte mais argila, o teor de matéria orgânica e as concentrações de P e K. Estas variáveis devem ser consideradas como fatores importantes na caracterização da qualidade do sítio, em relação, à doença. A determinação dos valores críticos destas variáveis juntamente com a avaliação da incidência do cancro seria viável.

No caso do eucalipto, os estudos sobre o efeito da nutrição sobre a ocorrência do cancro deveriam ser desenvolvidos com o emprego de clones, plantados em diferentes tipos de solos, sob diferentes níveis de adubação. A análise de tecidos poderia indicar a participação dos nutrientes sobre a doença e as informações obtidas poderiam oferecer a oportunidade de manejo da doença, através da adubação.

4. CONCLUSÕES

- Houve correlação altamente significativa entre os teores de argila mais silte, matéria orgânica, P, K, o valor do pH e a incidência de cancrios em *Eucalyptus grandis*.
- As observações efetuadas neste estudo indicam que o solo pode influenciar a incidência do cancro do eucalipto e este fato deve ser considerado quando da silvicultura de *E. grandis*.

AGRADECIMENTOS

À Chamflora Agrícola S.A. pelo apoio técnico e facilidades oferecidas para o desenvolvimento dos trabalhos de campo; ao Prof. Dr. Leonardo M. Gonçalves pelo apoio quando das análises de solo e ao Prof. Dr. Hilton T. Z do Couto pelo apoio na análise estatística.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPEL, D.N.; STIPES, R.J. Canker expansion on water-stressed pin oaks colonized by *Endothia gyrosa*. **Plant Disease**, Saint Paul, v.68, n.10, p.851-853, 1984.
- AUER, C.G.; KRUGNER, T.L. Grau de patogenicidade de *Valsa ceratosperma* em relação a *Cryphonectria cubensis* em *Eucalyptus grandis*. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.19, n.3/4, p.174-176. 1993.
- AUER, C.G.; KRUGNER, T.L. Ocorrência de *Valsa ceratosperma* (Tode: Fr.) Maire (Diaporthales) em *Eucalyptus grandis* Hill: Maiden, no Estado de São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v.21, p.1-6. 1994.
- BAKER, F.A.; VERBYLA, D.L.; HODGES JR., C.S.; ROSS, E.W. Classification and regression tree analysis for assessing hazard of pine mortality caused by *Heterobasidion annosum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v.77, p.136-139, 1993.
- BERTRAND, P.F.; ENGLISH, H.; CARLSON, R.M. Relation of soil physical and fertility proprieties to the occurrence of *Cytospora* canker in french prune orchards. **Phytopathology**, Saint Paul, v.66, p.1321-1324, 1976.
- BOERBOOM, J.H.A.; MAAS, P.W.T. Canker of *Eucalyptus grandis* and *E. saligna* in Surinam caused by *Endothia havanensis*. **Turrialba**, San Jose, v.20, p.94-99. 1970.
- BLOOMBERG, W.J. *Cytospora* canker of poplars: factors influencing the development of the disease. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.40, n.10, p.1271-1280, 1962.
- BRUCK, R.I.; MANION, P.D. Edaphic factors influencing the incidence of hypoxylon canker on trembling aspen. **Proceedings of the American Phytopathological Society**, St. Paul, 2:95, 1975. (Abstr.).
- CARMO, D.N.; RESENDE, M.; SILVA, T.C.A. Avaliação da aptidão das terras para eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. ed. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. p.188-235.
- FERREIRA, F.A. **Patologia florestal**: principais doenças florestais no Brasil. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 570p.
- GIBSON, I.A.S. **Diseases of forest trees widely planted as exotics in the tropics and southern hemisphere**: important members of the Myrtaceae, Leguminosae, Verbenaceae and Meliaceae. Oxford: CMI-University of Oxford / Commonwealth Forestry Institute, 1975. part I, 51p.
- HODGES, C.S.; REIS, M.S.; FERREIRA, F.A.; HENFLING, J.D. M. O cancro do eucalipto causado por *Diaporthe cubensis*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v1, n.3, p.129-170. 1976.
- HUBER, D.M. The role of mineral nutrition in defense. In: HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. ed. **Plant Disease**: and advanced treatise. New York: Academic Press. 1980. v.5. p.381-406.
- KRSTIC, M. Cankers of forest trees. In: FAO/IUFRO SIMPOSIUM ON INTERNATIONALLY DANGEROUS FOREST DISEASES AND INSECTS, 1964, Oxford. **Symposium...** Rome: FAO, 1964, v.1. p.irreg. (FAO/FORPEST. Documents, 64).

- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition in higher plants**. New York: Academic Press. 1986. 647p.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.
- SHARMA, J.K.; MOHANAN, C.; FLORENCE, E.J.M. Occurrence of *Cryphonectria* canker disease of *Eucalyptus* in Kerala, India. **Annals of Applied Biology**, n.106, p.265-276, 1985.
- SCHOENEWEISS, D.F. The role of environmental stress in diseases of woody plants. **Plant Disease**, Saint Paul, v.65, n.4, p.308-314, 1981.
- WESTHUIZEN, G.C.A. van der. A disease of young *Eucalyptus saligna* in northern Transvaal. **South African Forestry Journal**, Johannesburg, v.54, n.1, p.12-16, 1965.